

Planes de seguridad del agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia

Water safety plans. Fundamentals and prospects for implementing them in Colombia

Andrea Pérez Vidal¹, Patricia Torres Lozada² y Camilo Hernán Cruz Vélez³

RESUMEN

El agua para consumo humano debe estar libre de organismos patógenos, sustancias químicas, impurezas y cualquier contaminante que cause problemas a la salud humana. América Latina y el Caribe (ALC) presentan problemas de calidad por deficiencias en la operación, mantenimiento y continuidad de los servicios, incorrecto funcionamiento de las plantas de tratamiento y precariedad de las redes de distribución e instalaciones domiciliarias. Las tendencias mundiales del sector agua potable están orientadas al desarrollo de metodologías para evaluación y gestión del riesgo en los sistemas de abastecimiento para proteger la salud pública. La aplicación de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) es una práctica orientada al suministro de agua de calidad, cuya estructura se basa en principios de barreras múltiples, análisis de peligros, puntos críticos de control (APPCC) y hacercamientos sistemáticos de gestión como la ISO 9001:2000. Experiencias internacionales han demostrado los beneficios de implementarlos como estrategia para garantizar la calidad del agua potable y la protección de la salud pública. En Colombia, la actual normatividad sobre agua potable exige la implementación de mapas de riesgos y evaluación de índices de calidad, lo que posibilitará que los PSA tengan gran perspectiva de implementación en el corto plazo.

Palabras clave: agua potable, calidad del agua, plan de seguridad del agua – PSA, análisis de peligros y puntos críticos de control – HACCP, sistema de abastecimiento de agua potable.

ABSTRACT

Drinking-water must be free of pathogens, chemicals, impurities and any other pollutant causing human health problems. Latin-America and the Caribbean region present water-quality problems due to deficiencies in operating and maintenance and service continuity, the incorrect operation of water treatment plants and distribution networks and unstable household connection. Global trends in the drinking-water sector are directed towards methodological developments for assessing and managing risk in water-supply systems as a way of protecting public health. Implementing water safety plans (WSP) is a practice which is orientated towards ensuring drinking-water quality; its structure is based on multiple-barrier principles, hazard analysis and critical control points (HACCP) and systematic management approaches, such as ISO 9001:2000. International experience has shown the benefits of implementing WSP as a strategy for ensuring drinking-water quality and protecting public health. Current drinking-water regulations in Colombia require implementing risk mapping and evaluating a quality-index which will enable WSP to have good prospects for their short-term implementation.

Keywords: drinking water, drinking water supply system, hazard analysis and critical control points (HACCP), water quality, water safety plan (WSP).

Recibido: noviembre 27 de 2008

Aceptado: octubre 15 de 2009

Introducción

En los países en desarrollo las enfermedades relacionadas por la falta de agua o calidad inadecuada ocasionan la muerte anual de aproximadamente 5 millones de personas, de las cuales cerca de 1,8 millones mueren por enfermedades diarreicas, siendo el 90% niños menores de cinco años, lo que equivale a la muerte de 4.500 niños/día (OMS, 2004a; Rojas, 2006a). La OMS señala que las mejoras de la calidad del agua, por sí solas, reducen en un ter-

cio o más la morbilidad debida a enfermedades diarreicas (OMS, 2007). La importancia de este tema se refleja en la cantidad de eventos de carácter internacional mostrados en la tabla 1.

Los resultados y acuerdos internacionales derivados de estos eventos ratifican que el agua para consumo humano es cuestión clave en las políticas de salud pública, debiéndose dar especial atención a la vigilancia y seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua potable (SAAP) y saneamiento.

¹ Ingeniera sanitaria y M.Sc., en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad del Valle, Colombia. Estudiante de Ph.D., en Ingeniería- Área de Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad del Valle, Colombia. perezvid@univalle.edu.co, andreaperezvida@hotmail.com

² Ingeniera sanitaria, Universidad del Valle, Colombia. M.Sc. y Ph.D. en Ingeniería Civil, énfasis en Hidráulica y Saneamiento, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Profesora Asociada, Universidad del Valle, Escuela EIDENAR, Colombia. patoloz@univalle.edu.co

³ Ingeniero sanitario, Universidad del Valle, Colombia. M.Sc., en Ingeniería Civil, énfasis en Hidráulica y Saneamiento, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Profesor Asociado, Universidad del Valle, Escuela EIDENAR, Colombia. camcruz@univalle.edu.co

Tabla 1. Resumen de eventos internacionales relevantes relacionados con el recurso agua

Año	Evento	Lugar
1972	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano	Estocolmo - Suecia
1977	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua	Mar del Plata - Argentina
Inicio Decenio Internacional del Agua potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990)		
Inicio de la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (1990-2000)		
1990	Consulta Mundial sobre el Agua Potable y el Saneamiento Ambiental para la década de los noventa	Nueva Delhi - India
	Cumbre Mundial en favor de la Infancia	Nueva York - EE.UU.
1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra)	Río de Janeiro - Brasil
	Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente	Dublín - Irlanda
1994	Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre Población y Desarrollo	El Cairo - Egipto
	Conferencia Ministerial sobre Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental	Noordwijk - Países bajos
1995	Cuarta Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Mujer	Beijing - China
	Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social	Copenhague - Dinamarca
1996	Cumbre Mundial sobre la Alimentación	Roma - Italia
1997	Primer Foro Mundial del Agua	Marrakech - Marruecos
Fin de la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (1990-2000)		
2000	Segundo Foro Mundial sobre el Agua	La Haya - Países bajos
	Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas	Nueva York - EE. UU.
2001	Conferencia Internacional sobre Agua Dulce	Bonn - Alemania
2002	Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMD5)	Johannesburgo - Sudáfrica
2003	Tercer Foro Mundial del Agua. Año Internacional del Agua dulce	Osaka y Shiga - Japón
Inicio del Decenio para la Educación con miras al Desarrollo Sostenible (2005-2014)		
Inicio del Decenio Internacional para la Acción "El agua, fuente de vida" (2005-2015)		
2006	Cuarto Foro Mundial del Agua	Ciudad de México - México
Año Internacional del Saneamiento (2008)		
2009*	Quinto Foro Mundial del Agua	Estambul - Turquía

Fuente: adaptado de Unesco, 2006; * World Water Council, 2009.

De acuerdo con la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) planteados en el año 2000, que busca reducir a la mitad la proporción de la población sin acceso sostenible a agua potable, en ALC se propuso para el año 2015 alcanzar una cobertura del 84%; según las Naciones Unidas (2007) en el año 2004 ésta era del 77%. En Colombia, aunque en promedio el 78% de la población tiene acceso a agua potable (Andesco, 2008), existen grandes diferencias de cobertura entre la zona urbana y la rural (DNP y SNU, 2006) evidenciándose en algunos departamentos problemas de calidad del agua (Álvarez, 2008) que incrementan el riesgo sanitario.

Considerando las nuevas tendencias mundiales y nacionales del sector de agua potable y saneamiento, en este artículo se hace una reflexión crítica sobre los fundamentos y perspectivas de implementación de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) como una estrategia para el aseguramiento de la calidad del agua para consumo humano y la protección de la salud pública en Colombia.

Normas y criterios de calidad de agua para consumo humano

Directrices de la Organización Mundial de la Salud - OMS

La primera edición del *International Standards for Drinking-Water* de 1958 estableció patrones mínimos de calidad físico-química y bacteriológica del agua para abastecimiento humano y uso doméstico y detalló métodos adecuados de análisis (Pinto, 2006) y en 1983 se publicaron las primeras guías de calidad de agua para consumo humano (*Guidelines for Drinking Water Quality-GDWQ*). La segunda edición de 1993 (con actualizaciones en 1996 y 1997) presentó un aumento significativo de los parámetros químicos a ser controlados (Vieria y Morais, 2005) y la tercera (OMS, 2004b), con adendas en 2006 y 2008, promueve la aplicación de un enfoque integral de evaluación y gestión del riesgo en todo el SAAP denominado Plan de Seguridad del Agua (PSA) (Davison et al., 2005).

Directrices de la Agencia de Protección Ambiental - EPA

En los años setenta en Estados Unidos la contaminación química de las fuentes de agua fue uno de los problemas ambientales y de salud pública que condujo a la aprobación de la *Safe Drinking Water Act* en 1974, que enfocaba el tratamiento como mecanismo para garantizar el abastecimiento de agua; la modificación de 1996 reconoció la importancia de la protección de las fuentes de agua, la formación de operadores, la financiación de mejoras en los SAAP y la información al público, como componentes importantes para garantizar la seguridad del agua (Pinto, 2006). La norma actual (EPA 815-F-00-007) abarca la *National Primary Drinking Water Regulations* (NPDWRs), que incluye límites para contaminantes en el agua para consumo humano y que pueden representar riesgos para la salud, y la *National Secondary Drinking Water Regulations* (NSDWRs) incluye sustancias que pueden ocasionar efectos estéticos y organolépticos, los cuales no son de cumplimiento obligatorio (USEPA, 2008).

Legislación colombiana

El marco regulatorio nacional agrupa lo concerniente a la calidad y control de la contaminación de las fuentes en el Decreto 1594 (Ministerio de salud, 1984) y el Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000). El Decreto 1575 (Ministerio de la Protección Social, 2007) establece el sistema de protección y control de la calidad del agua para consumo humano, reglamentado por las resoluciones 2115 (Ministerio de la Protección Social y MAVT, 2007), 0811 (Ministerio de la Protección Social y MAVDT, 2008) y 000082 (Ministerio de Protección Social, 2009), destacándose la importancia de la construcción de mapas de riesgo para definir acciones de vigilancia y control de las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras y de los SAAP.

Aunque la normatividad asociada a la protección y control de la calidad del agua para consumo humano considera de forma aislada los objetivos principales de los PSA formulados por la OMS (2004b), armoniza con los requerimientos para su implementación. La resolución que reglamentará la construcción de los mapas de riesgos está en proceso de aprobación por parte de los ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Protección Social.

Análisis de riesgo en los sistemas de abastecimiento de agua

Cualquier actividad, amenaza o agente biológico, químico, físico o radiológico que pueda causar daño a los seres humanos o el ambiente es un **peligro** (*hazard*); un **evento peligroso** es un incidente o situación que puede hacer que se materialice ese peligro y el **riesgo** es la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso (OMS, 2004b) e implica una asociación entre exposición y efecto. El agua para consumo humano que contenga agentes patógenos representa un peligro, mientras que su suministro a la población constituye un riesgo que puede ser cuantificado en términos de la probabilidad de ocurrencia de un evento, como casos de diarrea (Carmo *et al.*, 2008).

En el agua potable el riesgo depende de factores como la calidad de la fuente, la eficiencia del tratamiento y el adecuado transporte hacia los consumidores (OMS, 1997). National Research Council - NRC divide el análisis de riesgos en dos procesos principales: evaluación y gestión del riesgo (*risk assessment* y *risk management*) y paralela a estos procesos debe existir una etapa de constante comunicación del riesgo (NAP, 2002).

La **evaluación del riesgo** es el proceso de identificar y magnificar las consecuencias negativas que pueden resultar de una acción, proporcionando información sobre los posibles impactos ecológicos o en la salud pública; la **gestión del riesgo** ayuda a tomar decisiones para controlar los peligros identificados en la evaluación, considerando aspectos sociales, científicos, tecnológicos, económicos, legales y políticos que faciliten la toma de decisiones y acciones de gestión (EPA, 2000; NAP, 2002; OMS, 2004b). Estos dos procesos son un requisito esencial para cualquier empresa del sector productivo (Hrudey *et al.*, 2006); en los SAAP son de gran importancia para garantizar la seguridad del agua (Lindhe *et al.*, 2009).

Una de las herramientas comúnmente empleadas para la gestión del riesgo es el Análisis de peligros y puntos críticos de control - APPCC (*Hazard Analysis and Critical Control Point* - HACCP), siendo aplicado en los SAAP desde mediados de 1990 (EPA, 2006) y utilizado en el desarrollo de los PSA (Davison *et al.*, 2005; EPA, 2006).

Análisis de peligros y puntos críticos de control

El APPCC fue desarrollado por Pillsbury Company en 1960, en colaboración con la NASA (National Aeronautic and Space Administration) y los laboratorios del Ejército de Estados Unidos, para asegurar la calidad sanitaria y seguridad microbiológica de los alimentos utilizados en sus programas espaciales. Posteriormente fue reconocida por la OMS y la FAO como una metodología eficaz para la gestión del riesgo en la producción de alimentos, cuyos principios han sido incorporados en legislaciones de diferentes países (Ropkins y Beck, 2000).

El APPCC es un acercamiento sistemático para la identificación, evaluación y control de peligros que se centran en la prevención y no sólo en el producto final (Dewettinck *et al.*, 2001; FAO/WHO, 2001). El procedimiento original del sistema se componía de tres principios: análisis de peligros, determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC) e implementación de procedimientos para su monitoreo (Ropkins y Beck, 2000; Sperber, 2005); el sistema actual definido por *Codex Alimentarius Commission* contempla cinco etapas preliminares (conformación del equipo de trabajo, descripción del producto, identificación de usos, elaboración del dia-

grama de flujo y validación) (EPA, 2006) y los principios que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Principios que conforman el actual sistema de HACCP

Principio		Detalle
1	Análisis de peligros	Identificar los agentes biológicos, químicos y físicos o las condiciones que puedan representar peligro o causar efectos adversos a la salud en cada etapa del proceso. Describir las posibles medidas de control para cada peligro.
2	Determinar puntos críticos de control PCC	Un PCC es una fase en la que se puede aplicar un control esencial para prevenir, eliminar o reducir a un valor aceptable un peligro.
3	Establecer límites críticos	Cada medida de control que acompaña a un PCC debe llevar asociado un límite crítico que separa lo aceptable de lo que no lo es.
4	Establecer un sistema de monitoreo	La vigilancia es la medición u observación programada de un PCC con el fin de evaluar si la fase está bajo control (cumpliendo los límites críticos)
5	Establecer medidas correctivas	Son las medidas que deberán adoptarse cuando la vigilancia en un PCC indique una desviación respecto a un límite crítico establecido.
6	Establecer procedimientos de verificación o validación	La verificación permite confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente. Estos procedimientos comprenden auditorías con el fin de examinar las desviaciones y el destino de los productos, así como muestreos y comprobaciones aleatorias para validar la totalidad del plan.
7	Establecer un sistema de documentación y registro	Documentar todos los procedimientos y los registros acorde con los principios y su aplicación.

Fuente: adaptado de FAO/WHO, 2001; Sperber, 2005; Damikouka *et al.*, 2007.

La aplicación de APPCC en los SAAP fue descrita por Havelaar (1999), considerando que el mayor peligro microbiológico es la contaminación de las fuentes y recontaminación durante el almacenamiento y la distribución. Países como Australia, Francia e Islandia lo han implementado en sus SAAP desde 1997 (Damikouka, *et al.*, 2007; Gunnarsdóttir y Gissurarson, 2008) y Singapur desde 2006 (Chit Pin y See Leong, 2008). Regiones como Celje, en Eslovenia, cuentan con la asesoría y el apoyo técnico del Instituto de Salud Pública para su implementación (Ursic y Ursic, 2008) y legislaciones internacionales como las de Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Francia e Islandia lo han incorporado como estrategia para asegurar la calidad del agua potable (EPA, 2006; Gunnarsdóttir y Gissurarson, 2008). A nivel regional se cuenta con la experiencia de Durães (2007), quien desarrolló un estudio para implementar el sistema APPCC en el SAAP de la Universidad de Viçosa, Brasil.

Planes de seguridad del agua (PSA)

Los PSA integran los conceptos de la evaluación y gestión del riesgo en los SAAP con otros enfoques de gestión de calidad, fundamentando su filosofía en estrategias preventivas, identificando los posibles riesgos desde la captación hasta el usuario final, precisándolos, priorizándolos e implementando medidas de control para mitigarlos (Argueta, 2008). Su disposición en los SAAP permite tomar medidas oportunas frente a la presencia de riesgos microbiológicos o químicos antes de que el agua contaminada llegue al consumidor, protegiendo de este modo la salud de la población (Godfrey y Howard, 2005).

El usuario final es el principal beneficiario con la aplicación de los PSA; sus objetivos principales son los de proteger la salud humana y garantizar buenas prácticas en los SAAP como la minimización de la contaminación en la fuente, la reducción de la contaminación en procesos de tratamiento y la prevención de la contaminación en la red y conexiones domiciliarias (DWI, 2005). Las estrategias preventivas de los PSA consideran cinco componentes principales cuya interrelación determina el “marco de seguridad del agua para consumo humano” (Rojas, 2006b) propuesto en la tercera edición de las GDWQ y la “Carta de Bonn” (Figura 1).

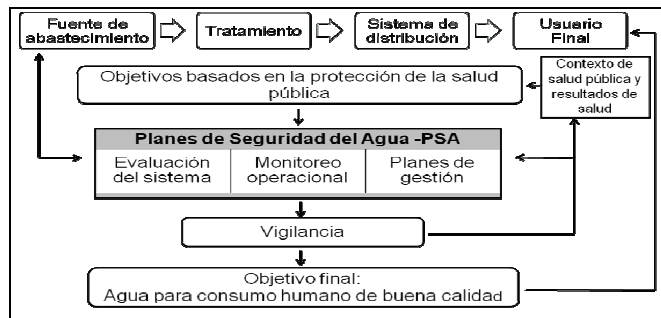


Figura 1. Marco para el suministro de agua segura. Fuente: Adaptado de OMS, 2004b; IWA, 2004

De acuerdo con el marco de seguridad del agua, en Colombia los objetivos de salud se deberán basar en la reglamentación nacional a cargo de los Ministerios de la Protección Social y MAVDT, además de apoyarse en la reglamentación internacional; el desarrollo e implementación de los PSA han de estar a cargo de las entidades prestadoras del servicio de agua y la vigilancia a cargo de los organismos de control como el Instituto Nacional de Salud y las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud.

Los PSA son aplicables a todo SAAP, independiente de su tamaño o complejidad e idealmente deben ser formulados e implementados de manera específica (OMS, 2004b; DWI, 2005). La tabla 3 resume las principales ventajas y limitaciones que tiene el desarrollo e implementación de los PSA.

Tabla 3. Ventajas y limitaciones en la implementación de los PSA

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> -Ordenamiento integral y detallado de riesgos y concentración de recursos sobre los PCC, permitiendo el control de los peligros. -Priorización y aplicación de medidas de control -Sistema organizado y estructurado para reducir al mínimo las fallas de la gestión mediante la aplicación de planes de contingencia para responder a fallas del sistema y a peligros imprevistos. -Acceso al agua de bebida segura, de buena calidad estética y de confianza para los consumidores. -Reducción de costos en el tratamiento del agua, lo que genera un aumento de la productividad. -Aplicación de parámetros operacionales sencillos que garanticen la calidad del agua. -Facilidad en la inspección por parte de la autoridad. -Facilidad en la comunicación de la empresa con la autoridad sanitaria. -Mejoramiento de la autoestima e importancia del trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de personal calificado para diseñar e implementar adecuadamente el PSA. -Dificultad en la identificación de los PCC, aplicación de medidas preventivas, identificación de riesgos, entre otros, lo que puede conducir a una falsa seguridad e incumplimiento de los objetivos especificados en las normas de calidad del agua. -Temor de la gerencia del SAAP a realizar nuevas inversiones (operación y mantenimiento del sistema, formación de personal) frente al alcance de resultados.

Fuente: adaptado de Rojas, 2006a; Rojas, 2006b.

Los PSA se basan en varios de los principios y conceptos aplicados en sistemas de gestión de riesgos como el de barreras múltiples, el APPCC y la ISO 9001:2000 (OMS, 2004b; Rojas, 2006b). La figura 2 detalla las etapas que comprenden el desarrollo de los PSA.

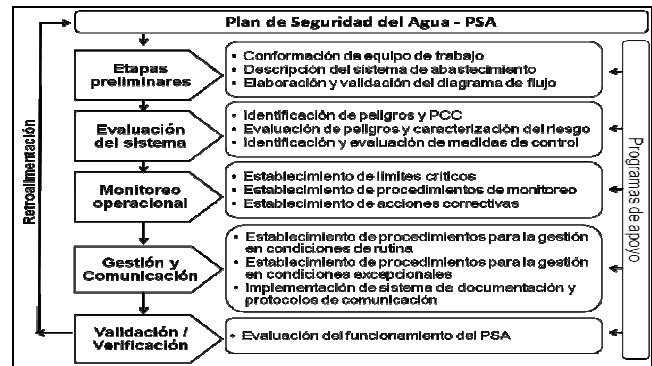


Figura 2. Etapas para el desarrollo y aplicación del PSA Fuente: Adaptado de OMS (2004b, 2006), Davison *et al.* (2005), Vieira y Morais (2005) y Rojas (2006a).

A nivel internacional se conocen experiencias de formulación de los PSA en países como Alemania (Joachim *et al.*, 2008), Portugal (Vieira y Morais, 2005), Reino Unido (Saddiq y Jackson, 2008), Islandia (Gunnarsdóttir y Gissurarson, 2008), Países Bajos (Versteegh y Wuijts, 2008), Japón (Kunikane, 2007), Bangladesh (Mahmud *et al.*, 2007), China (Rong *et al.*, 2008; Xiaowei, 2006), Singapur (Chyi y Ooi, 2008), Uganda (Howard *et al.*, 2005) e Islas Fiji del Pacífico (Iddings *et al.*, 2008).

En Latinoamérica y el Caribe (LAC) se conoce la experiencia de Spanish Town-Jamaica (140.000 hab.) como el primer sitio de demostración del PSA de la región, cuyo desarrollo se basó en las experiencias del momento como las de la planta de Melbourne – Australia, certificada con el sistema APPCC, y la experiencia de Uganda (Environmental & Engineering Managers, 2008). Otras experiencias fueron las desarrolladas en Viçosa, Brasil, en escala piloto (Bastos *et al.*, 2008), Dolores-Uruguay y Tarija-Bolivia (Argueta, 2008; COSAALT y FunSalud, 2007). Honduras, Costa Rica, Guyana, Perú y Ecuador han iniciado acercamientos importantes para el desarrollo de los PSA con el soporte de las instituciones nacionales (Argueta, 2008). En estos dos últimos países se inició desde el 2008 un PSA binacional para un SAAP cuya cuenca de abastecimiento pertenece a ambos países, y un segundo proyecto se encuentra en proceso de planificación entre Perú y Bolivia (Torres y Pardón, 2009).

Desde octubre del 2008 se creó la Red de Planes de Seguridad del Agua de Latinoamérica y el Caribe (RED-PSA/LAC), que tiene como objetivo promover el mejoramiento de los SAAP en ALC mediante el desarrollo acelerado e implementación de los PSA, y puede ser consultada en la página web <http://www.bvsde.paho.org/redpsa/>.

Perspectivas de implementación de los PSA en Colombia

En Colombia mueren 1.300 niños al año por enfermedades diarreicas causadas por el consumo de agua no potable (MAVDT, 2008a) y sólo 65% de la población cuenta con eficiente cobertura de acueducto y alcantarillado (MAVDT, 2008b). Actualmente las principales cuencas del país se encuentran muy contaminadas como consecuencia de la deforestación, vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales sin previo tratamiento, escorrentía

agrícola y descargas de residuos sólidos, lixiviados, entre otros. Esta situación evidencia el riesgo sanitario al que están expuestas las poblaciones abastecidas por estas fuentes, lo que implica, además de mayores requerimientos tecnológicos para la potabilización del agua, la urgente necesidad de desarrollar e implementar los PSA en el país.

Como estrategia de mejoramiento de la calidad del agua potable, algunas empresas prestadoras de servicios públicos como las Empresas Públicas de Medellín ESP, Aguas de Cartagena S.A. ESP, Aguas de Manizales S.A. ESP, Centroaguas S.A. ESP, Proactiva Aguas de Montería S.A. ESP, Acuaviva S.A. ESP, entre otras, han implementado el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) y se encuentran certificadas con la norma ISO 9001:2000 (Icontec, 2008), logrando un mejor control en los procesos y una mayor garantía del producto final. Entidades como las Empresas Municipales de Cali - Emcali EICE ESP además de estar adelantando su proceso de implementación del SGC, han realizado investigaciones con el apoyo del sector académico en torno a la identificación del riesgo sanitario en las fuentes de abastecimiento y su minimización en los procesos de tratamiento y el sistema de distribución, cuyos resultados están siendo implementados (Univalle y Emcali, 2007).

Actualmente el Viceministerio de Agua y Saneamiento del MAVDT promueve la gestión del riesgo como parte integral de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo como una oportunidad para incrementar la eficiencia y asegurar la sostenibilidad, tanto en la prestación de los servicios como en los recursos naturales (MAVDT, 2008c) y adicionalmente, los lineamientos del Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias armonizan con los requerimientos para la implementación de los PSA. En términos de formulación de los PSA en Colombia, solamente se ha reportado una experiencia en un pequeño SAAP con capacidad de 80 L/s que abastece a un barrio del municipio de Yumbo, Valle del Cauca (Matta y Venegas, 2007).

Las nuevas tendencias mundiales del sector de agua potable y saneamiento, el actual panorama del riesgo físico-químico y microbiológico en las fuentes de abastecimiento, y el nuevo marco normativo colombiano, invitan a las empresas prestadoras del servicio de agua en el país a asumir con responsabilidad el manejo y gestión del riesgo en cada uno de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, siendo el desarrollo e implementación de los PSA una herramienta preventiva para garantizar la calidad del agua potable hasta el usuario final y proteger la salud de la población.

Conclusiones

La implementación de sistemas de gestión de riesgos y de calidad como el de barreras múltiples, el APPCC y la ISO 9001:2000 han demostrado ser herramientas de gran utilidad en los SAAP por permitir tener un mayor control de la calidad del agua producida, además de facilitar el desarrollo e implementación de los planes de seguridad del agua.

Los planes de seguridad del agua surgen por la necesidad de unificar estrategias de gestión del riesgo y el aseguramiento de la calidad del agua hasta el usuario final; las experiencias internacionales han mostrado su potencialidad de aplicación en cualquier SAAP y los beneficios ambientales, sociales y económicos alcanzados con su implementación.

Para dar respuesta a las nuevas tendencias mundiales del sector de agua potable y saneamiento y dar cumplimiento a la actual legisla-

ción colombiana, es necesario que en el país se empiecen a desarrollar estrategias para la implementación de los planes de seguridad del agua en todos los SAAP como una forma de garantizar la calidad del agua y proteger la salud pública, logrando beneficios adicionales para las empresas prestadoras del servicio como el aumento en la productividad, optimización de los procesos y un mejor gerenciamento del riesgo.

Agradecimientos

Agradecemos a Colciencias y la Universidad del Valle por el apoyo financiero.

Bibliografía

- ANDESCO., Retos del sector empresarial para el desarrollo y mejoramiento del sector de agua potable y saneamiento en las regiones., Memorias del Foro internacional del Agua, Bogotá, MAVDT, Marzo, 2008.
- Alvarez, G., Calidad de Agua., Memorias del Foro internacional del Agua, Bogotá., MAVDT, Marzo, 2008, www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1945&catID=514
- Argueta, M., Avances de los Planes de Seguridad del agua (PSA) en LAC., Memorias del V Congreso de la IV Región de AIDIS, DIAGUA - AIDIS, Paraguay, Octubre, 2008.
- Bastos, R., Bezeira, N. R., Oliveira, D. C., Bevilacqua, P. D., Vieira, J. M, Davis, R. B., Adrian., S., System assessment and hazard prioritization: preliminary results and methodological aspects of a water safety plan pilot Project in Brazil., Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends., Lisbon, Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Carmo, R. F., Bevilacqua, P. D., Bastos, R. K., Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos., Engenharia Sanitaria e Ambiental, Vol. 13, No. 4, Oct/Dic., 2008.
- Chit Pin, T., See, T., Water Safety Plan for water supply network in Singapore., Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends., Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Chyi Toh, E., Ooi, k. G., Water safety plan at Singapore's Water Treatment Plants., Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends., Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- COOSALT y FUNSALUD – FUNDACIÓN BOLIVIANA PARA LA SALUD., Plan de seguridad de agua para Tarija – Bolivia, 2007.
- Damikouka, I., Katsiri, A., Tzia, C., Application of HACCP principles in drinking water treatment., Desalination, Vol. 210, 2007, pp. 138-145.
- Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Fewtrell, L., Deere, D., Bartram, J., Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer., OMS, Geneva, 2005, www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html
- Dewettinck, T., Van Houtte, E., Geenens, D., Van Hege, K., Verstraete, W., HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) to guarantee safe reuse and drinking water production- a case study., Water Science and Technology, Vol. 43 No. 12, 2001, pp. 31-38.
- DNP –Departamento Nacional de Planeación y SNU- Sistema de las Naciones Unidas en Colombia., Hacia una Colombia equitativa e influyente., Informe de Colombia Objetivos de Desarrollo del Milenio 2005, Bogotá, 2006, disponible en www.pnud.org.co

- Duraes, M., Análisis de perigos e pontos críticos de controle – APPCC: estudo de caso no sistema de abastecimento de água da Universidade Federal de Vicosa., tesis presentada a la Universidade Federal de Vicosa para optar al grado de Magister Scientiae, Brasil, 2007.
- DWI-Drinking Water Inspectorate., A brief guide to drinking water safety plans, Octubre, 2005, disponible en www.dwi.gov.uk/guidance/Guide%20to%20wsp.pdf
- Environmental & Engineering Managers Ltd., Documento técnico lecciones aprendidas del desarrollo del plan de seguridad del agua para el sistema de abastecimiento de agua de Spanish Town en Jamaica., Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/redpsa/casos/casos.html>
- EPA- Environmental Protection Agency., Risk characterization handbook, USA, 2000. Disponible en <http://www.epa.gov/osa/spc/pdfs/rchandbk.pdf>
- EPA-Environmental Protection Agency., Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Strategies for Distribution System Monitoring, Hazard Assessment and Control, 2006, disponible en www.epa.gov/safewater/disinfection/tcr/index.html.
- FAO/WHO Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization., Codex Alimentarius - Food Hygiene - Basic Texts - Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines For Its Application., Second Edition, Roma, 2001, disponible en www.fao.org/DOCREP/005/Y1579E/y1579e03.htm#bm3
- Godfrey, S., Howard, G., Water Safety Plans: Book 1. Planning Water Safety Management for Urban Piped Water Supplies in Developing Countries., WEDC, Loughborough University, Inglaterra, 2005.
- Gunnarsdóttir, M., Gissurarson, L., HACCP and water safety plans in Icelandic water supply: preliminary evaluation of experience., Journal of water and health, Vol. 6, No. 3, 2008, pp. 377-382.
- Havelaar, A., Application of HACCP to drinking water supply., Food Control, Vol. 5, No. 3, 1999, pp. 145-152.
- Howard, G., Godfrey, S., Tibatemwa, S., Niwagaba, C., Water Safety Plans for Piped Urban Supplies in Developing Countries: a case study from Kampala, Uganda., Urban Water Journal, Vol. 2, No. 3, Sep., 2005, pp. 161-170
- Hrudey, S., Hrudey, E., Pollard, S., Risk management for assuring safe drinking water., Environment International, Vol. 32, 2006, pp. 948-957.
- ICONTEC, Buscadores especializados., 2008, www.icontec.org/BusquedaEspecializada.asp
- Iddings, S., Hasan, T., Nath, D., Community driven Water Safety Plan for Mele village water supply in Vanuatu., Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends, ASPEB, IWA, OMS. Lisbon, Portugal, Mayo, 2008.
- IWA- International Water Association., The Bonn Charter for safe drinking water., Septiembre, 2004, disponible en www.iwahq.org/uploads/bonn%20charter/BonnCharter.pdf
- Joachim, H., Staben, N., Hein, A., Merkel, W., Identification, assessment and control of hazards in water supply –experiences from Water Safety Plan implementations in Germany., Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends., Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Kunikane, S., Application of “Water Safety Plan” to drinking water quality management in Japan., Memorias de Governmental Conference, Okinawa, Enero, 2007, disponible en www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h19JPUS/abstract/r05.pdf
- Lindhe, A., Rosén, L., Norberg, T., Bergstedt, O., Fault tree analysis for integrated and probabilistic risk analysis of drinking water systems., Water Research, Vol. 43, 2009, pp. 1641 -1653.
- Mahmud, S.G., Shamsuddin, A.J., Feroze, M., Development and implementation of water safety plans for small water supplies in Bangladesh: benefits and lessons learned., Journal of Water and Health, Vol. 5, No. 4, Dic., 2007, pp. 585-597.
- Matta, S., Venegas, J., Aplicación de los Planes de Seguridad del Agua en Pequeños Sistemas de Acueductos del Valle del Cauca., tesis presentada al Universidad Javeriana para optar por el grado de Ingeniería Industrial, Cali, Colombia, 2007.
- MAVDT-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., Foro Vida., Noticias 190608, Bogotá, Junio, 2008a., <http://www.minambiente.gov.co>.
- MAVDT-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., Agua Transparente., Noticias 230508, Bogotá, Mayo, 2008b., <http://www.minambiente.gov.co>.
- MAVDT-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., Gestión del riesgo., Tema de interés, Bogotá, Noviembre, 2008c., <http://www.minambiente.gov.co>.
- Ministerio de Desarrollo Económico., Resolución 1096 de 17 de Noviembre de 2000 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS.”. República de Colombia.
- Ministerio de Salud., Decreto 1594 de 1984., República de Colombia.
- Ministerio de Protección Social., Decreto 1575 de 2007., República de Colombia.
- Ministerio de Protección Social., Resolución 000082 de 2009., República de Colombia.
- Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVT., Resolución 2115 de 2007., República de Colombia.
- Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVT., Resolución 0811 de 2008., República de Colombia.
- NAP – National Academic Press., Biosolids applied to land., Advancing standards and practices, ISBN: 0-309-57036-0, Washington, 2002. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/10426.html>
- Naciones Unidas., Objetivos de desarrollo del milenio. Informe de 2007., disponible en www.pnud.org.co/img_upload/9056f18133669868e1cc381983d50faa/mdgreport2007r2.pdf, N.Y., 2007
- OMS - World Health Organization., Guidelines for Drinking-water Quality., Second Edition, Surveillance and Control of Community Supplies, Vol. 3, 1997.
- OMS - World Health Organization., Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Hechos y cifras., Noviembre, 2004a, disponible en www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html
- OMS - World Health Organization., Guidelines for drinking water quality, Third edition, Vol. 1, Geneva, 2004b.
- OMS. Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares., Red Internacional para la promoción del tratamiento y almacenamiento seguro del agua doméstica. Ginebra, 2007. www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/combating/combating.html
- Pinto, V. G., Análise comparativa de legislações relativas à qualidade da água para consumo humano na América do Sul., tesis presentada a la Universidade Federal de Minas Gerais, para

- optar por el grado de Mestre em Saneamento, Meio ambiente y Recursos Hídricos, 2006.
- Rojas, R., Planes de seguridad del agua (PSA)., OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB, Hojas de Divulgación Técnica, HDT –No. 100., ISSN: 1018-5119, Marzo, 2006a.
- Rojas, R., Marco para la seguridad de la calidad de agua de bebida., OMS/OPS/SDE/CEPIS-SB, Hojas de Divulgación Técnica, HDT –Nº 101, ISSN: 1018-5119, Junio 2006b.
- Rong, Z., Yong, T., Hongxing, Li., Water Safety Plan Application in China Rural Centralized Water Supply Facilities., *Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends.*, Lisbon, Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Ropkins, K., Beck, A., Evaluation of worldwide approaches to the use of HACCP to control food safety., *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 11, 2000, pp. 10-21.
- Saddiq, M., Jackson, M., Four years experience in implementing WSPs: practicalities and benefits., *Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends.*, Lisbon, Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Sperber, W., HACCP and Transparency., *Food Control*, Vol. 16, 2005, pp. 505-509.
- Torres, R., Pardón, M., Planes de Seguridad del Agua de Consumo Humano en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos Transfronterizos., OMS/OPS/CEPIS, 2009.
- UNESCO., Programa Mundial de valoración de los recursos hídricos para el desarrollo, el fortalecimiento de capacidades y el medio ambiente. *Hitos del Agua de Estocolmo a Kioto.*, 2006.
- Universidad del Valle, EMCALI EICE ESP., Resultados de investigación en agua potable, aguas residuales y biosólidos., Revista de divulgación, Informe Ejecutivo, Convenio Interinstitucional entre EMCALI EICE ESP y la Universidad del Valle Cali, Noviembre, 2007.
- Ursic, S., Ursic, A., Role of Institute of Public Health in improvement in drinking water safety in Celje region, Slovenia., *Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends.*, Lisbon, Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- USEPA - United States Environmental Protection Agency., *Drinking water contaminants.*, 2008, disponible en www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html
- Versteegh, A., Wuijts, S., Water safety plans in the Netherlands state of the art., *Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends.*, Portugal, ASPEB, IWA, OMS, Mayo, 2008.
- Vieira, J.M., Morais C., Planos de segurança em sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano., *Série Guias Técnicos 7*, Universidade do Minho, Instituto regulador de águas e resíduos, ISBN 972-99354-5-9, Portugal, 2005.
- World Water Council., *World Water Forum.*, 2008, disponible en www.worldwatercouncil.org/index.php?id=6
- Xiaowei, R., Water Safety Management in China through Water Safety Plan., *World Water Congress*, Beijing China, Septiembre, IWA, 2006, Disponible en: www.iwahq.org/uploads/conference_graphics/beijing2006/workshops/who%20wsp/WSP_ROSE_LAN_G.pdf.